


Synchronous motor with a direct converter

Patent Number: DE3150393
Publication date: 1983-07-21
Inventor(s): GOLDE ERNST DIPL ING (DE)
Applicant(s): LICENTIA GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE3150393
Application Number: DE19813150393 19811216
Priority Number(s): DE19813150393 19811216
IPC Classification: H02P6/00
EC Classification: H02P25/02C
Equivalents:

Abstract

Instead of the normal endeavour to operate a synchronous motor which is supplied from a direct converter at a corresponding current and voltage phase ($\cos \psi = 1$), in order to reduce the current load on the synchronous motor and on the direct converter, that is to say in order to achieve a smaller connected load overall, the motor is operated at a constant terminal voltage from no-load, accepting a phase angle between the current and the voltage. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 31 50 393.4
㉔ Anmeldetag: 16. 12. 81
㉕ Offenlegungstag: 21. 7. 83

DE 3150393 A1

㉚ Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

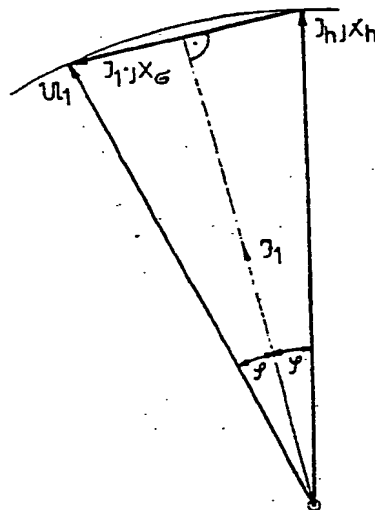
㉚ Erfinder:

Golde, Ernst, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

Behördeneigentum

㉜ Synchronmotor mit Direktumrichter

Anstelle des üblicherweise angestrebten Betriebes eines von einem Direktumrichter gespeisten Synchronmotors mit übereinstimmender Phasenlage von Strom und Spannung ($\cos\varphi = 1$) wird zwecks geringerer Strombelastung des Synchronmotors und des Direktumrichters, also insgesamt kleinerer Anschlußleistung, der Motor vom Leerlauf an unter Inkaufnahme eines Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung mit konstanter Klemmenspannung betrieben. (31 50 393)



DE 3150393 A1

B 80.12.81

3150393

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
6000 Frankfurt 70

B 80/78 Ham

Ham/Te

Synchronmotor mit Direktumrichter

Patentansprüche

5 1. Verfahren zur Steuerung eines Synchronmotors, der mit seinen Klemmen an einen aus steuerbaren Stromrichterventilen aufgebauten Direktumrichter angeschlossen ist, mit einem Geber, der den Winkel zwischen Ständer- und Läuferachse des Motors nach seinem Sinus und Cosinus angibt, und einem Spannungsregler mit überlagertem Drehzahlregler,
10 gekennzeichnet durch

einen drehmomentbelasteten Betrieb des Motors mit konstantgehaltener Klemmenspannung.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass als konstant zu haltende Klemmenspannung die Leerlaufspannung vorgegeben wird.

15.10.81

3150393

- 2 -

B 80/78

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Regler mit jeweils einer Führungs-
grösse beaufschlagt werden, die durch eine Rechen-
schaltung derart vorgegeben ist, dass bei kon-
stanter Klemmenspannung der Leistungsfaktor in
Abhängigkeit vom Drehmoment verändert wird.

5

- 3 -

Synchronmotor mit Direktumrichter

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Verfahren ist in der Zeitschrift "Siemens-Energietechnik 2 (1980) Heft 5, Seiten 150 bis 153" beschrieben.

Bei Verwendung von Synchronmaschinen als Antriebsmotor mit Speisung durch Direktumrichter muss die Steuer- und Regeleinrichtung ausser den von der Gleichstrom-Technik her bekannten Aufgaben zusätzlich die Aufgabe des Kommutators übernehmen. Das heisst in erster Linie, sie muss den Strombelag über dem Ankerumfang festlegen oder, mit den Begriffen der Drehstromtechnik, sie muss ein Drehstromsystem für die Ständerwicklung nach Frequenz, Phase und Amplitude erzeugen bzw. als Führungsgrösse vorgeben.

Der Kommutator wirkt, vom Anker her gesehen, als Gleichrichter der induzierten Ankerspannung. Wenn es ihn nicht gibt, muss der Direktumrichter, bereits im Leerlauf, der induzierten Maschinenspannung nachgeführt werden; auch dazu wird ein Drehspannungssystem mit den genannten drei Kenngrössen benötigt.

Der Kommutator erzeugt sich seine Stromwende-spannung durch Rotation mit Hilfe der Wendepole selbst. Der Stromwendespannung entspricht bei der Synchronmaschine die Ständerstreu-spannung, und wenn ein mit der Gleichstrommaschine vergleichbares Betriebsverhalten erwartet wird, darf deren Zustandekommen nicht dem Zufall über-

5 lassen oder dem Stromregler als Zusatzaufgabe aufgebürdet werden. Die Vorgabe der Ständerstreuspannung kann mit der Vorgabe der induzierten Spannung zusammengefasst werden, so dass nur noch die Klemmspannung vorgegeben wird.

10 Für einen Stromregler verbleiben dann nur drei Aufgaben:
das Aufbringen der Spannung für die ohm'schen Abfälle,
die schnelle Verstellung bei Laststössen und
die Korrektur der Fehler in der Spannungsvorgabe.

15 Die Erfindung bezweckt eine vorteilhafte Angabe der Führungsgrösse für die Klemmspannung, die neben den Führungsgrössen für den Ständerstrom und den Polradstrom des Synchronmotors für den Betrieb benötigt wird.
Dabei ist vorausgesetzt, dass ein Geber vorhanden ist, der den Winkel zwischen Ständer- und Läuferachse nach seinem Sinus und Cosinus angibt. Weiterhin muss ein Spannungsregler vorausgesetzt werden, dessen Ausgang in
20 Analogie zum Gleichstromantrieb ein Mass für den magnetischen Fluss bzw. Magnetisierungsstrom darstellt.
Schliesslich wird auch das Vorhandensein eines überlagerten Drehzahlreglers vorausgesetzt, dessen Ausgang
- ebenfalls wie beim Gleichstromantrieb - ein Mass für das
25 aufzubringende Drehmoment darstellt.

In Figur 1 ist ein vereinfachtes Ersatzschaltbild für eine mit der Winkelgeschwindigkeit ω rotierende Synchronmaschine (unter Vernachlässigung der ohmschen

Spannungsabfälle) gezeigt. An den Klemmen der Maschine liegt eine Spannung U_1 .

5 Durch den Ständer fliesst ein Strom I_1 , der sich mit einem Polradstrom I_p zu einem Strom I_h (Strom in Richtung des Hauptflusses) ergänzt. Die dem Strom I_h zugeordnete Spannung U_h ergibt sich zu $U_h = (I_p + I_1) \cdot jX_h$, wobei X_h die Hauptreaktanz der Maschine ist. Damit lässt sich für die Klemmenspannung U_1 mit der Maschinenstreu-
reaktanz X_c angeben: $U_1 = U_h + I_1 \cdot jX_c$.

10 Bei dem eingangs angegebenen, bekannten Verfahren wird der nach landläufiger Meinung optimale Betrieb des Synchronmotors mit einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ angestrebt, d.h. Ständerstrom und -spannung werden durch
15 entsprechende Vorgabe der Führungsgrößen für den Direktumrichter in gleiche Phasenlage gebracht.

Die Lage der Spannungen und Ströme ist in einem Zeiger-
diagramm in Figur 2 für einen bestimmten Betriebsfall der Synchronmaschine bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ gezeigt. Die Spannung ist dabei gegenüber ihrem Leer-
20 laufwert auf $\sqrt{1 - 0,5^2} = 1/2 \sqrt{3}$ vermindert und der Strom entsprechend vergrössert. Mindestens in gleichem Masse vergrössert sich die geforderte Netzblindleistung. In
Wirklichkeit ist es wegen des kleineren Aussteuerungs-
25 grades der Stromrichterventile des Direktumrichters noch mehr. Gestrichelt sind die Verhältnisse im Kipp-
Punkt P_K angedeutet.

Beim Betrieb des Motors mit $\cos \varphi = 1$ und konstantem Fluss wird also mit steigendem Drehmoment die Spannung verringert. Daraus resultiert eine erhöhte Beanspruchung

für die Maschine, den Direktumrichter und für den dem
Gerichter üblicherweise vorgeschalteten Transformator.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese erhöhte
Beanspruchung zu vermeiden, also die gleiche Leistung
bei kleinerer Baugrösse von Synchronmotor, Direktum-
richter und Stromrichtertransformator und somit bei
kleinerer Anschlagleistung aufzubringen.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung bei dem eingangs
angegebenen Verfahren durch das im Anspruch 1 gekennzeich-
nete Merkmal gelöst.

Mit dem Betrieb der Maschine mit konstanter Spannung
wird ein (geringer) Phasenwinkel zwischen Strom und
Spannung in Kauf genommen. Vorteilhafterweise werden
jedoch der Strom sowie ^{die} Netzbelastung kleiner. Ausserdem
ist der Abstand vom Kippmoment vergrössert, d.h. der
Betrieb ist insgesamt sicherer.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens nach der
Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

In Figur 3 ist ein Zeigerdiagramm der Ströme und Spannungen
im Vergleich zu den Verhältnissen gemäss Figur 2. gezeigt,
wie es sich bei Anwendung der Erfindung ergibt. Vom Leer-
lauf an ist die Klemmenspannung trotz steigender Last stets
gehalten. Im gezeigten Beispiel beträgt der
 $\cos \varphi = 0,976$. Das Kippmoment aber ist das doppelte von
dem in Figur 2 gezeigten Fall.

3150393
NACHGEFÜHRT

- 7 -

Nummer:

3150393

Int. Cl. 3:

H02P 6/00

Anmeldetag:

16. Dezember 1981

Offenlegungstag:

21. Juli 1983

FIG.1

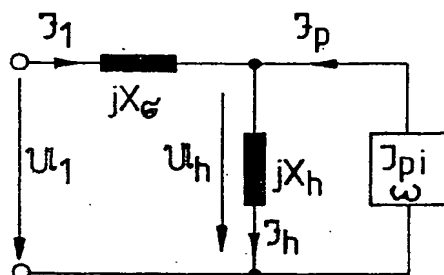


FIG.2

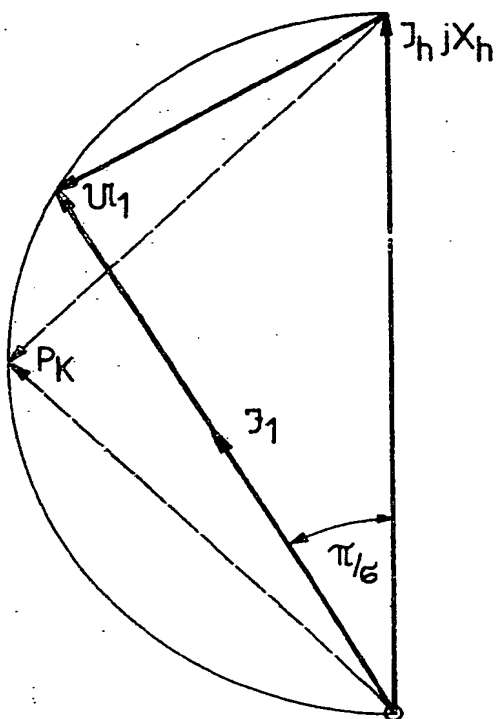
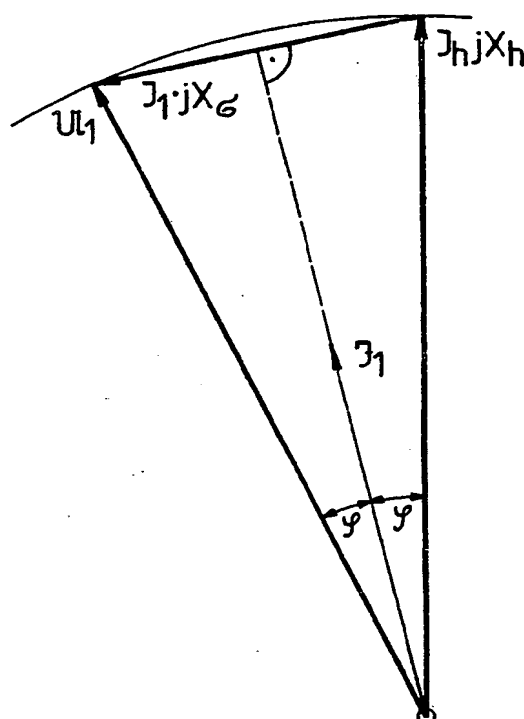



FIG.3



Vacuum-pump device

Patent Number: DE3828608
Publication date: 1990-03-08
Inventor(s): BUERGER HEINZ DIETER (DE); BRAUNSCHWEIG FALK DR (DE); SAULGEOT CLAUDE (FR)
Applicant(s): ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE3828608
Application Number: DE19883828608 19880823
Priority Number(s): DE19883828608 19880823
IPC Classification: F04C23/00; F04C29/10
EC Classification: F04C23/00C, F04C29/10F, F04D27/00
Equivalents:

Abstract

The invention relates to a vacuum-pump device having a molecular vacuum pump (3) and at least one Roots pump (1) arranged upstream of the vacuum pump. According to the invention, the Roots pump (1) is equipped with means (10) for controlling the rotational speed, which means are adjusted by a signal dependent upon the pressure on the suction side of the molecular vacuum pump (3). With such a device, by a simple change in the rotational speed of the Roots pump the suction capacity of the device can be changed. The invention is usable, for example, in plasma processes which are to proceed at a pressure of between 10^{-3} and 1 mbar. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3828608 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 28 608.4
㉑ Anmeldetag: 23. 8. 88
㉒ Offenlegungstag: 8. 3. 90

㉓ Int. Cl. 5:
F04C 29/10
F 04 C 23/00

DE 3828608 A1

㉔ Anmelder:

Alcatel Hochvakuumtechnik GmbH, 6980 Wertheim,
DE

㉕ Vertreter:

Weinmiller, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8133 Feldafing

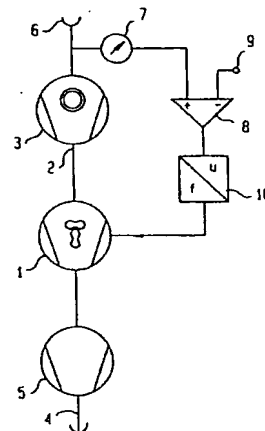
㉖ Erfinder:

Bürger, Heinz Dieter; Braunschweig, Falk, Dr., 6980
Wertheim, DE; Saulgeot, Claude, Veyrier du Lac, FR

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Vakuumpumpvorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuumpumpe (3) und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe (1). Erfindungsgemäß ist die Wälzkolbenpumpe (1) mit Mitteln (10) zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet, die von einem vom Druck auf der Saugseite der Molekularvakuumpumpe (3) abhängigen Signal eingestellt werden. Mit einer solchen Vorrichtung läßt sich durch einfache Drehzahlveränderung der Wälzkolbenpumpe das Saugvermögen der Vorrichtung verändern. Die Erfindung ist beispielsweise für Plasmaprozesse verwendbar, die bei einem Druck zwischen 10^{-3} und 1 mbar ablaufen sollen.



DE 3828608 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuumpumpe und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe.

Molekularvakuum Pumpen werden meist im Hochvakuum- und Ultrahochvakuum eingesetzt, d.h. bei Drücken deutlich unter 10^{-3} mbar.

Es gibt jedoch auch Molekularvakuum Pumpen, insbesondere Turbomolekularvakuum Pumpen, die speziell für das Arbeiten bei "höheren" Drücken eingesetzt werden können, d.h. bei Drücken zwischen 10^{-3} und 10^0 mbar. Sie bieten auch in diesem Druckbereich den Vorteil sehr kleiner Abmessungen und führen zu einem Vakuum, das frei von Kohlenwasserstoffverbindungen ist.

Bei Plasmaprozessen werden häufig große Verfahrensgasmengen in den Prozeßraum eingelassen und müssen von einer Vakuumpumpvorrichtung wieder abgesaugt werden. Wichtig bei Plasmaprozessen ist auch, daß das Saugvermögen der Pumpvorrichtung möglichst genau der eingespeisten Verfahrensgasmenge angepaßt ist, wobei auch ggfs. Spülgasströme zu berücksichtigen sind, die zum Schutz von Motor und Lager in die Turbomolekularpumpe eingespeist werden.

Die Einstellung des Saugvermögens von Turbomolekularpumpen wird bisher meist durch Drosselorgane bewirkt, die sich am Saugstutzen der Turbomolekularpumpe befinden und sehr große Nennweiten haben müssen, um nicht das höchstmögliche Saugvermögen der Pumpe zu beeinträchtigen. Solche Drosselorgane sind teuer und meist träge.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpvorrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß das Saugvermögen mit einfachen Mitteln genau und schnell einstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wälzkolbenpumpe mit Mitteln zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet ist und daß ein Druckmeßorgan auf der Saugseite der Molekularpumpe liegt, dessen Ausgangssignal die Mittel zur Steuerung der Drehzahl einstellt.

Vorzugsweise enthalten die Mittel zur Steuerung der Drehzahl einen Spannungs-Frequenzwandler, der mit einer vom Druck auf der Saugseite der Molekularvakuumpumpe abhängigen Spannung gespeist wird.

Vorzugsweise liegt zwischen dem Druckmeßorgan und dem Spannungs-Frequenzwandler ein Komparator, dem ein Sollwert zuführbar ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mithilfe zweier Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Verlauf des Saugvermögens (in Liter pro Sekunde) in Abhängigkeit vom Ansaugdruck (in mbar).

Fig. 2 zeigt schematisch eine Vakuumpumpvorrichtung gemäß der Erfindung.

In Fig. 1 sind drei Kurven A, B und C dargestellt, die das Saugvermögen dreier Pumpvorrichtungen angeben, die sich durch unterschiedliche Größen der Vorpumpen voneinander unterscheiden. Die Kurve A betrifft beispielsweise eine Pumpvorrichtung bestehend aus einer Turbomolekularpumpe und einer mechanischen Vorpumpe eines Saugvermögens von $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Kurve B betrifft eine Pumpvorrichtung mit derselben Turbomolekularpumpe, aber einer Vorpumpe eines Saugvermögens von $4 \text{ m}^3/\text{h}$, während bei der Vorrichtung gemäß Kurve C eine mechanische Vorpumpe mit $120 \text{ m}^3/\text{h}$

Verwendung findet.

Man erkennt hieraus, daß das Saugvermögen bei Ansaugdrücken unterhalb 10^{-3} mbar praktisch nicht von der Größe der Vorpumpe abhängt, daß aber bei Ansaugdrücken oberhalb dieses Werts, d.h. bei Ansaugdrücken, wie sie oft bei Plasmaprozessen anzutreffen sind, das Saugvermögen der gesamten Vakuumpumpvorrichtung stark von dem der Vorpumpe abhängt.

In Fig. 2 ist schematisch eine Vakuumpumpvorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt, bei der eine Wälzkolbenpumpe 1 an die Druckseite 2 einer Turbomolekularpumpe 3 angeschlossen ist. Zwischen der Wälzkolbenpumpe 1 und einem Auslaß 4 in die Atmosphäre ist noch eine beliebige andere mechanische Vakuumpumpe eingefügt.

Das Saugvermögen von Wälzkolbenpumpen hängt stark von der Geschwindigkeit ab, mit der die Wälzkolben in Umdrehung versetzt werden. Man könnte also die drei Kurven aus Fig. 1 als Saugvermögenskurven der Vorrichtung gemäß Fig. 2 ansehen, wobei jeweils eine andere Drehgeschwindigkeit der Wälzkolbenpumpe 1 vorliegt. In den Druckbereichen, in denen die drei Kurven deutlich voneinander abweichen, läßt sich also das Saugvermögen durch Wahl der Drehgeschwindigkeit der Pumpe 1 stufenlos verstellen. Man kann nun einen Regelkreis vorsehen, bei dem der Druck auf der Ansaugseite 6 der Turbomolekularpumpe 3 durch Verstellung der Drehgeschwindigkeit der Wälzkolbenpumpe 1 konstant gehalten wird. Der Regelkreis enthält ein Druckmeßorgan 7, das eine vom gemessenen Druck abhängige Gleichspannung liefert, einen Komparator 8, dem dieses Signal sowie über einen weiteren Eingang 9 ein Sollwert zugeführt wird, und einen Spannungs-Frequenzwandler 10, der eine Wechselspannung abgibt, deren Frequenz von der Ausgangsspannung des Komparators 8 abhängt und mit der die Wälzkolbenpumpe 1 betrieben wird. An Stelle des Komparators und des Spannungs-Frequenzwandlers könnte auch eine Regelung treten, die eine Gleichspannung zum Antrieb des Motors liefert, der die Wälzkolbenpumpe antreibt.

Eine Turbomolekularpumpe mit einem Nennsaugvermögen von 380 l/s (und dies ist bei Plasmaprozessen eine häufig verwendete Pumpengröße) wird mit einer Spülgasmenge von $1 \text{ cm}^3/\text{s}$ gespült. Sie soll außerdem noch $4 \text{ cm}^3/\text{s}$ Verfahrensgas abführen. Das Saugvermögen der Vorpumpe muß folglich 50 l/s bei $0,1 \text{ mbar}$ betragen. Bei $0,3 \text{ mbar}$ müssen genau $60 \text{ m}^3/\text{h}$ von der Vorpumpe übernommen werden. Eine Drehschiebervakuumpumpe als einzige Vorvakuumpumpe müßte ein höheres Nennsaugvermögen als $60 \text{ m}^3/\text{h}$ aufweisen, da durch die Drosselung in den Ansaugwegen das Nennsaugvermögen im Druckstutzen der Turbomolekularpumpe nicht erreicht wird. Bei der Kombination einer Wälzkolbenpumpe von maximal $120 \text{ m}^3/\text{h}$ mit einer kleinen Drehschiebervakuumpumpe von 12 bis $20 \text{ m}^3/\text{h}$ kann dagegen die anfallende Gasmenge ohne weiteres übernommen werden. Durch diese Kombination zweier verhältnismäßig kleiner mechanischer Pumpen, nämlich der Pumpen 1 und 5, läßt sich das effektive Saugvermögen auf über $100 \text{ m}^3/\text{h}$ steigern. Zugleich läßt sich der Vorvakuumdruck durch unterschiedliche Drehgeschwindigkeiten der Wälzkolbenpumpe 1 z.B. von $0,3 \text{ mbar}$ bei 1700 Umdrehungen pro Minute auf $0,5 \text{ mbar}$ bei 900 U/min oder sogar auf 1 mbar bei 650 U/min bringen. Folglich kann über die Drehzahl dieser Wälzkolbenpumpe 1 das effektive Saugvermögen der Gesamtpumpvorrichtung mit schnellen Einstell-

zeiten so geregelt werden, daß der Vakuumdruck konstant bleibt. Sehr teure und das effektive Saugvermögen im Hochvakuum negativ beeinflussende Drosselorgane mit großen Nennweiten entfallen.

Eine vollautomatische Regelung des Arbeitsdrucks über das effektive Saugvermögen der Pumpvorrichtung wird auf der Druckseite der Turbomolekularpumpe durch automatische Drehzahlverstellung der Wälzkolbenpumpe möglich. Das Druck-Meßsignal wird in einem Komparator mit einem Sollwert verglichen; dieser verstellt die Speisefrequenz für den Synchronmotor der Wälzkolbenpumpe solange, bis Soll- und Istwert des Arbeitsdrucks übereinstimmen.

Die Erfindung ist nicht in allen Einzelheiten auf das oben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann insbesondere statt der Turbomolekularpumpe eine andere Hochvakuumpumpe, beispielsweise vom Holweck-Typ, verwendet werden.

Patentansprüche

20

1. Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuumpumpe und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wälzkolbenpumpe (1) mit Mitteln (10) zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet ist und daß ein Druckmeßorgan (7) auf der Saugseite (6) der Molekularvakuumpumpe (3) liegt, dessen Ausgangssignal die Mittel zur Steuerung der Drehzahl (10) einstellt.
2. Vakuumpumpvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (10) einen Spannungs-Frequenzwandler enthalten, der mit einer vom Druck auf der Saugseite (6) der Molekularvakuumpumpe abhängigen Spannung gespeist wird.
3. Vakuumpumpvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Druckmeßorgan (7) und dem Spannungs-Frequenzwandler (10) ein Komparator (8) liegt, dem ein Sollwert zuführbar ist.

25

30

35

40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

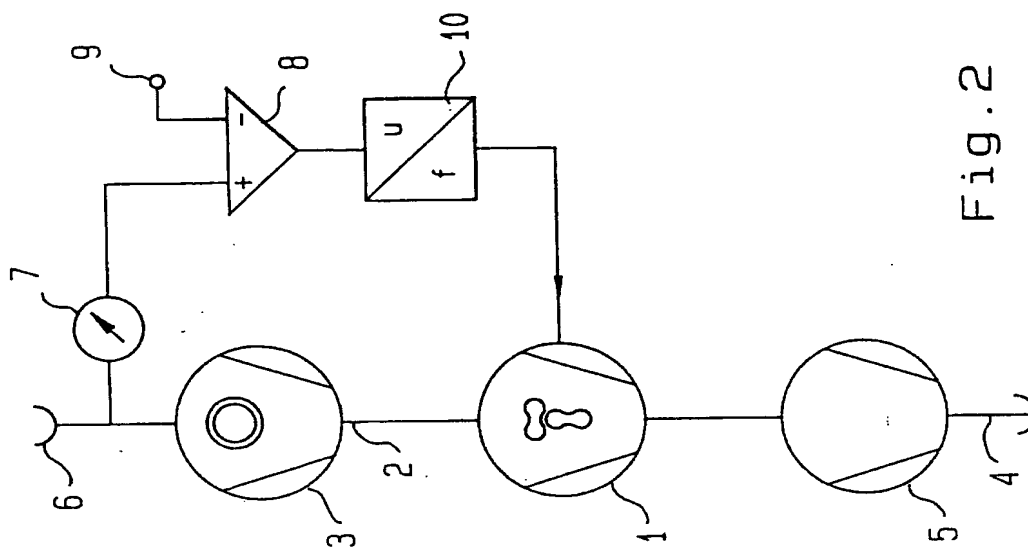


Fig. 2

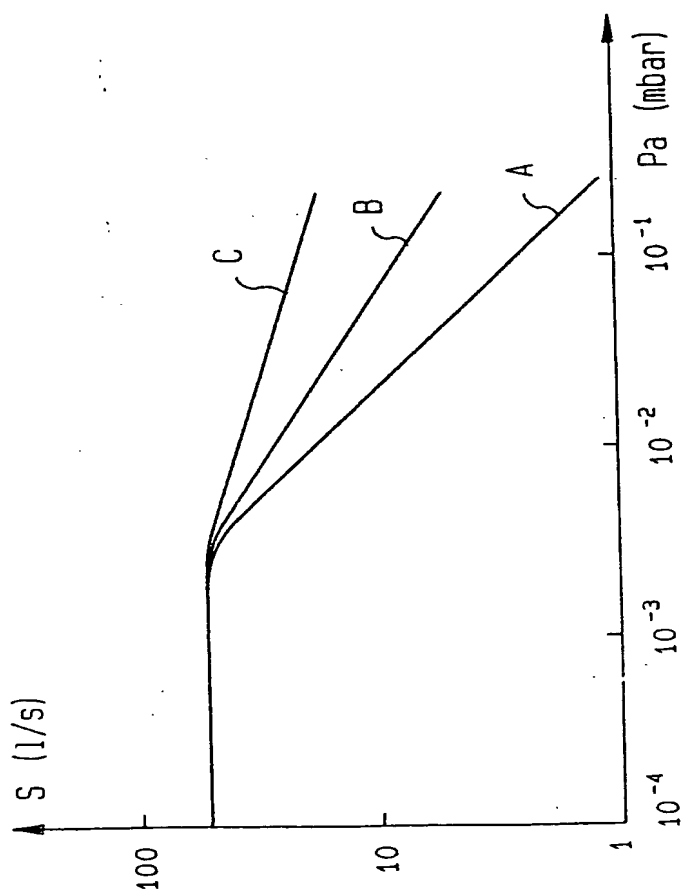


Fig. 1